

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月 6日

出願番号

Application Number:

特願2003-060223

[ST.10/C]:

[JP2003-060223]

出願人

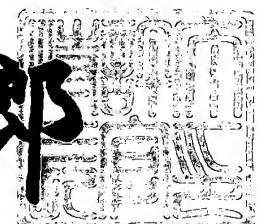
Applicant(s):

日本オプネクスト株式会社

2003年 5月 27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039868

【書類名】 特許願

【整理番号】 NT03P0085

【提出日】 平成15年 3月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立
製作所 生産技術研究所内

【氏名】 中條 徳男

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日本オプネク
スト株式会社内

【氏名】 加賀谷 修

【特許出願人】

【識別番号】 301005371

【氏名又は名称】 日本オプネクスト株式会社

【代理人】

【識別番号】 100068504

【弁理士】

【氏名又は名称】 小川 勝男

【電話番号】 03-3661-0071

【選任した代理人】

【識別番号】 100086656

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 恭助

【電話番号】 03-3661-0071

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 081423

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 直接変調型光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体レーザに流す電流を伝送信号に応じて変化させて光の出力強度を変調する直接変調型光モジュールであって、

立下りの時間変化率が立上りの時間変化率よりも大きい台形波の電流を前記半導体レーザに出力する駆動回路を備えていることを特徴とする直接変調型光モジュール。

【請求項2】

半導体レーザに流す電流を伝送信号に応じて変化させて光の出力強度を変調する直接変調型光モジュールであって、

立ち上がりに伴う過渡期間にオーバーシュートされた電流を出力する駆動回路を備えていることを特徴とする直接変調型光モジュール。

【請求項3】

半導体レーザに流す電流を伝送信号に応じて変化させて光の出力強度を変調する直接変調型光モジュールであって、

外部から制御信号が入力されなければ、立下り時間が立上り時間と同じかもしくは長くなる伝送信号に対応した台形波の電流を出力する駆動回路と、

立下り時間が立上り時間よりも短い電流を出力するように上記駆動回路を制御する制御手段と、

を備えていることを特徴とする直接変調型光モジュール。

【請求項4】

半導体レーザに流す電流を伝送信号に応じて変化させて光の出力強度を変調する直接変調型光モジュールであって、

伝送信号に対応した台形波の電流を出力する駆動回路と、

立ち上がりに伴う過渡期間にオーバーシュートさせた電流を出力するように上記駆動回路を制御する制御手段と、

を備えていることを特徴とする直接変調型光モジュール。

【請求項5】

立上り時間変化率と立下り時間変化率の関係が、立上り時間／立下り時間 ≥ 1 . 3となるように駆動回路を制御するものであることを特徴とする請求項1又は3に記載の直接変調型光モジュール。

【請求項6】

オーバーシュートの値を、光出力波形の緩和振動部における平均電圧に基づく値とするように駆動回路を制御することを特徴とする請求項2又は4に記載の直接変調型光モジュール。

【請求項7】

立上りと立下り時間がほぼ等しいパルスの変調電流を流した場合に、立上り時に緩和振動21bが生じる半導体レーザと、

立下り時間が立上り時間よりも短い台形波の電流を前記半導体レーザに出力する駆動回路と、を備えていることを特徴とする直接変調型光モジュール。

【請求項8】

立上り時に緩和振動21bが生じる半導体レーザに対して、立下り時間が立上り時間よりも短い台形波の電流を流すことを特徴とする半導体レーザの駆動方法

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、直接変調型光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

図10に従来の直接変調型光モジュールの構成例を示す。図10において、1'は直接変調型光モジュール、2'は半導体レーザ、3'は、伝送信号に基づいて電流を変化させて半導体レーザ2'を駆動する駆動回路(ドライバ回路)、4'は、半導体レーザ2'から出射されるレーザ光を集束させるためのレンズ、5'はレーザ光を通す光ファイバー、7'は、半導体レーザ2'にバイアス電流を流すためのバイアス回路である。

【0003】

かかる構成において、バイアス回路7'によりバイアス電流を流した状態で半導体レーザ2'が駆動回路3'により駆動されると、該半導体レーザ2'は、該駆動回路3'から入力される電流（以下、場合により入力電流と称する。）に応じたレーザ光を発生する。該レーザ光はレンズ4'により集束され、情報伝送用の光信号として光ファイバー5'内に入る。図11に、上記入力電流20の波形例（（a））と、半導体レーザ2'から出射される光出力（レーザ光出力）21の波形例（（b））と、該光出力を光伝送装置の光波形評価規格で決められたがフィルタを通し1ビットのデータの時間毎に重ね合わせことで形成されるアイパタンの波形例（（c））とを示す。従来技術ではこのように、駆動回路3'は入力電流20の立上り時間20aと立下り時間20bがほぼ等しい台形波、つまり立上り時間変化率と立下り時間変化率がほぼ等しい台形波を出力する（（a））。半導体レーザ2'は光波形の立上り時に緩和振動を持つため、光出力21の立上り時間変化率21aが立下り時間変化率21dよりも小さい急峻でリングのある波形になる（（b））。リングが大きいと光波形評価規格できめられたフィルタを通してとりきることができなく、アイ開口度が低下してしまう。そこで駆動回路にフィードフォワード回路を設け、光出力波形のリングを抑制し、アイ開口度を高める技術がある（特許文献1）。

また、他の従来技術の一つに、光出力波形の立ち上がり時のリングを抑制しつつ、駆動電流を高速に立ち下げる目的としたトランジスタと抵抗器とを組み合わせた駆動回路で、パルス波を供給した場合に所定の回数に分けて立ち上がる波形の電流を出力するものがある（特許文献2、図4）。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-214781号公報

【特許文献2】

特開2003-17800号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来の立上り時間と立下り時間が同じ電流を出力する駆動回路を用いる場合に、半導体レーザ2'の光出力の立下り波形を急峻にすることによってアイ開口度を向上させようとすると、立上り波形も急峻にせざるをえない。立上り波形を急峻にすると、立上り時の緩和振動21b（リングング）が大きくなり、アイパターン波形のアイ開口度を減少させ、伝送距離を短くしてしまう。

逆に、電流20の立上り時間長くし、立上り波形を緩やかに（時間変化率が小さく）するとリングングは減少するが、光出力波形の立下り時間21dが長くなり、立下り波形も緩やかになるため、隣のデータとの干渉が生じて必要な伝送速度、例えば10Gbpsでの伝送が不可能となる。

また、立ち上がりのリングングは、立上がりの急峻さ（時間変化率）と立上がり量（振幅）により影響を受ける。従って、特許文献2に記載された技術のように、所定回数に分けることでリングングの振幅を小さくし、さらに立上がり後にリングングを解消する時間を設けることによっても、分割された最終立上りによるリングングを抑制することはできる。

【0006】

しかし、特許文献2に記載された方法では、分割した電流の立上がりが急峻な矩形波であるため、リングングが分割して起こる。このリングングは波形の立上り部分に重畳するため、アイの開口度を低下させてしまう。アイの開口度を低下させないように分割数を細かくすると、駆動回路の回路規模が大きくなるとともに、例えば10Gbpsの伝送に必要な20～30psの立上り時間で数分割するとなると、回路を10ps以下で制御する必要があり実現は困難である。

さらに、特許文献1及び2にある従来の技術には共通するアイ開口度を低下させる次の問題もある。

半導体レーザ2'の光出力波形は、緩和振動によるリングングのある過渡期間（波形の部分21c）で光強度が落ち込むため、緩やかにピーク値に向かって上昇する光波形となる。そのため、従来技術では、かかる理由によってもアイ開口度が低下していた。

本発明の目的は、直接変調型光モジュールのアイ開口度を高めることにより、伝送距離を延ばすことにある。特に、10Gbps以上の光伝送モジュールの伝

送距離を延ばすことにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する発明を本願は複数含んでいるが、代表的なものは次の通りである。

(1) 直接変調型光モジュールの駆動ICに、立下りの時間変化率が立上りの時間変化率よりも大きい台形波の電流を半導体レーザに出力するものを用いる。

このように、半導体レーザに、立下りの時間変化率が立上りの時間変化率よりも大きい台形波の電流を流すことにより、リングを小さくし、伝送距離を伸ばすことができる。

(2) 直接変調型光モジュールの駆動ICに、立上り時にオーバーシュートした波形の電流を半導体レーザに出力するものを用いる。

【0008】

このように、立ち上がり時間後の過渡期間に半導体レーザに入力する電流値を予め上昇させて定常状態よりも大きな電流を流すことで、リングによる過渡期間だけ光出力を強くし、アイ開口率を向上させることができる。従って、伝送距離を向上させることができる。

(3) 上述した(1)及び(2)の駆動回路として、電流の立上り時間変化率と立下り時間変化率の関係が、立上り時間／立下り時間 ≥ 1.3 とするものを用いることが好ましい。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は光モジュールの概念図である。

図1において、1は直接変調型光モジュール、2は入力された電流に応じ光を変調し、レーザ光を出力する半導体レーザ、3は半導体レーザ2に供給する電流を形成して出力する駆動電流输出手段としての駆動回路(ドライバ回路)、4は半導体レーザ2で出射されるレーザ光を集束させるためのレンズ、5はレーザ光を通す光ファイバー、7は半導体レーザ2にバイアス電流を流すためのバイアス回路、8は、駆動回路3を制御し上記入力電流の特性を制御する制御手段として

の制御回路、9は、制御回路8内にあって上記入力電流の立上り時間及び立下り時間を設定することにより、立上りにおける時間変化率及び立下りにおける立下り時間変化率を設定する時間設定回路、10は、同じく制御回路8内にあって上記入力電流の立上り特性におけるオーバーシュート特性（増加させた電流値の幅）を設定するオーバーシュート設定回路である。上記駆動回路3、バイアス回路7及び制御回路8は、レーザ制御駆動回路を形成する。

【0010】

上記半導体レーザ2は、バイアス回路7によりバイアス電流を流された状態で、駆動回路3から供給される電流により駆動され、該入力電流に応じ変調されたレーザ光を発生する。

なお、立上り時間変化率／立下り時間変化率のほぼ等しいパルス（理想は1.0以下であるが、信号特性の変動等を考慮した場合1.1以下のパルス）の電流を与えると、図3（b）に示すように、立上り時に緩和振動21bを生じ、その後一定値に達するまで光パワーは徐々に上昇し（21c）、緩和振動21bのため光パワーの立上り時間は立下り時間より速く、電流の立上り時間を速くすると緩和振動21bは大きくなる半導体レーザを用いている。

【0011】

駆動回路3は伝送用信号により制御され上記変調された入力電流を形成する。該駆動回路3はさらに、上記制御回路8により、上記形成する入力電流の立上り時間と立下り時間を設定することにより、立上り時間変化率と立下り時間変化率が制御される。制御回路8内における時間設定回路9では、入力電流の立上り時間または立下り時間を設定し、立下り時間が立上り時間よりも短くなるようにする。つまり、立下り時間変動率を立上り時間変動率より大きく設定する。

【0012】

また、制御回路8内におけるオーバーシュート設定回路10では、入力電流の立上り特性がオーバーシュート部を有するように特性設定を行う。つまり、少なくとも過渡状態においてはピーク値よりも大きな電流値を流すように設定する。なお、この設定は立下り終了時まで（1ビットのデータの時間分）継続してもよい。

上記のように、電流の立下り時間変動率が立上り時間変動率よりも大きくなるようにすることにより、立下り時間変動率の小ささに起因するアイ開口率の低下を抑制できる（アイ開口率を向上できる）ので、伝送距離を伸ばすことができる。

また、電流の立上り特性がオーバーシュート部を有するようにすることにより、アイ開口度を向上できるので伝送距離を伸ばすことができる。

なお、アイ開口度を向上させたことは、言い換えると、アイパターン波形のマスク仕様に対するマージンを増大させることともいえる。

半導体レーザ2から出射されたレーザ光は、レンズ4により集束され、情報伝送用の光信号として光ファイバー5内に入射される。

【0013】

図2は、上記図1の駆動回路3から出力される入力電流の波形例((a))と、上記図1の半導体レーザ2から出射される光出力(レーザ光出力)の波形例((b))と、該光出力がフィルタを通され1ビットのデータの時間毎に重ね合わされることで形成されるアイパターンの波形例((c))である。

図2において、30は入力電流波形、30aは入力電流の立上り時間、30bは同オーバーシュート時間、30cは同立下り時間、31は光出力波形、31aは光出力波形の立上り時間、31bは光緩和振動時間(リングングによる過渡期間)、31cは光立下り時間、32はアイパターン波形におけるマスク仕様である。

【0014】

入力電流波形30では、入力電流の立下り時間30cは、光出力波形31の立下り時間31cが十分短くなるような値に設定されるとともに、立上り時間30aは、光出力波形31の緩和振動時間31bがアイパターン波形に影響を与えないよう値に設定される。該設定により、立下り時間30cは立上り時間30aよりも短くされ、両者は、立上り時間変化率/立下り時間変化率 ≥ 1 。3の関係を満たすようにされる。また、入力電流波形30のオーバーシュートの設定は、光出力波形31における緩和振動時間31bの平均電圧値が振幅値と略同じになるような設定としてもよい。例えば、10Gb/s直接変調型光モジュールの場合

には、20%～80%の定義での立上り／立下り時間において、立下り時間 $\leq 15 \times 10^{-12}$ s、かつ、立上り時間－立下り時間 $\geq 14 \times 10^{-12}$ sとし、さらに、入力電流波形30のオーバーシュートの設定を、光出力波形31における緩和振動時間31bにおける平均電圧値が振幅値と略同じになるように設定する構成が考えられる。

【0015】

図3は、入力電流の立上り時間を調整可能な制御回路と駆動回路の第1の構成例を示す図、図4はその動作波形を示す図である。

図3において、3aは駆動回路、2aはデータ信号の入力端子、2bは逆相のデータ信号の入力端子、49は入力波形を整形する波形整形回路、45、46はドライバの出力電流（＝半導体レーザの入力電流）を生成し出力するトランジスタ、47は定電流源、40はエミッタフォロア回路、41は、エミッタフォロア回路40のバイアス電流を流すトランジスタ、44はダイオード、48は定電圧源、8は制御回路、9は時間設定回路、50aはバッファ、52aはサーミスタである。上記駆動回路3aと制御回路8は、レーザ制御駆動回路を形成する。トランジスタ45、46及び定電流源47は差動增幅回路を形成する。該差動增幅回路はエミッタフォロア回路40により駆動される。トランジスタ41と抵抗42も定電流源を構成する。定電圧源48は差動增幅回路のトランジスタ46のベース電位を与える。ダイオード44と抵抗43は、上記差動增幅回路のトランジスタ45のコレクタに接続され、それぞれ、半導体レーザ及びダンピング抵抗を模擬する。また、時間設定回路9内では、抵抗51aとサーミスタ52aで分圧した電圧が、バッファ50aで適当な電圧値に変換される。

【0016】

上記エミッタフォロア回路40の立上り時間は、該エミッタフォロア40のエミッタ抵抗とトランジスタ45のベースに接続される寄生容量やミラー容量によって決まるが、立下り時間は、トランジスタ41と抵抗42で構成される定電流源の電流値によって決まる。このため、時間設定回路9により、トランジスタ41のベース電圧を下げて定電流源の電流値を小さくすると、エミッタフォロア回路40の立上り時間を変えずに立下り時間を長くすることができる。すなわち差

動増幅回路の出力トランジスタ45のベース電圧Vbの立下り時間だけを伸ばすことができる（図4（a）の実線60a）。また、トランジスタ45のベース電圧Vbの立下り時間が遅いと、駆動回路3aから出力され半導体レーザに供給される入力電流Imの立上り時間が長くなり（図4（b）の実線61a）、半導体レーザの光出力波形の立上り時間を長くすることができる。時間設定回路9では、抵抗51aとサーミスタ52aで分圧された電圧をバッファ50aに入力する。このため、周囲温度の変化等によりモジュールの温度が低くなると、トランジスタ41のベース電圧が低くなり、駆動回路3aの出力電流（=半導体レーザに入力される入力電流）の立上り時間は長くなる。つまり、立上り時間変化率を小さくすることができる。

【0017】

なお、上記構成では、時間設定回路9内の構成として、温度特性をもたせるためにサーミスタ52aを用いているが、これに替えて他の素子を用いてもよい。また、温度特性をもたせる必要がない場合は、時間設定回路9を定電圧源や抵抗分圧回路などで構成するようにしてもよい。また、駆動回路3a内の構成として、波形整形回路49の入力はデータ信号2a、2bのどちらか一方のみであってもよい。該波形整形回路49に、例えばラッチ回路とクロック入力端子を加えるなどし、波形をリタイミングするようにしてもよい。ダイオード44及び抵抗43は設けない構成であってもよい。また、トランジスタは、バイポーラトランジスタに限定せず、例えばMOSトランジスタを用いてもよい。

【0018】

図5は、入力電流の立上り時間変化率を調整可能な制御回路と駆動回路の第2の構成例を示す図である。本第2の構成例では、差動増幅回路を構成するトランジスタのベースに、エミッタフォロア回路と、該エミッタフォロア回路のバイアス電流を流す低電流源とを接続している。

図5において、3bは駆動回路、64はエミッタフォロア回路、67は定電圧源、65は、抵抗66及び定電圧源67とともに定電流源を構成するトランジスタである。上記駆動回路3bと制御回路8は、レーザ制御駆動回路を形成する。他の構成要素は上記図3の場合と同様である。エミッタフォロア回路64の入力

としては、上記図3のエミッタフォロア回路40と逆相の信号を用いる。抵抗66と定電圧源67は、エミッタフォロア回路64の立上り時間と立下り時間とを互いに略等しくなるように調整する。

本第2の構成例によれば、差動増幅回路のトランジスタ46に信号が印加されるため、立上り時間と立下り時間とをともに短くすることが可能となる。

【0019】

図6は、入力電流の立上り時間変化率を調整可能な制御回路と駆動回路の第3の構成例を示す図、図7はその動作波形を示す図である。本第3の構成例では差動増幅回路を2個用いる。

【0020】

図6において、3cは駆動回路、70、71、78、79はエミッタフォロア回路、82は微分回路、74、75、76は、もう1つの差動増幅回路を構成するトランジスタ、72、73、80、81は定電流源である。上記駆動回路3cと制御回路8は、レーザ制御駆動回路を形成する。他の構成要素は上記図3の場合と同様である。微分回路82は、波形整形回路49の出力から立上りエッジを検出しその微分波形を生成する。エミッタフォロア回路78、79は、トランジスタ45、46を備えて成る一方の差動増幅回路を駆動し、エミッタフォロア回路70、71は、トランジスタ74、75を備えて成るもう一方の差動増幅回路を駆動する。一方の差動増幅回路のトランジスタ46のコレクタと、もう一方の差動増幅回路のトランジスタ75のコレクタとは互いに接続されている。また、図7において、(a)は、一方の差動増幅回路のトランジスタ46のコレクタ電流85の波形、(b)は、もう一方の差動増幅回路のトランジスタ75のコレクタ電流86の波形、(c)は駆動回路3cから出力される電流(半導体レーザに供給される入力電流)87の波形である。電流87は、値はコレクタ電流85とコレクタ電流86との和になり、立上り時間のみが長くされる。また、トランジスタ75のコレクタ電流86の振幅は、差動増幅回路の定電流源を構成するトランジスタ76のベース電圧によって決まるため、該トランジスタ76のベースに時間設定回路9の出力を入力させることで、立上り時間変化率の調整が可能となる。

【0021】

図8は、入力電流の立上り特性におけるオーバーシュートを調整可能な制御回路と駆動回路の構成例を示す図、図9はその動作波形を示す図である。本構成例も2個の差動増幅回路を用いる。

図8において、3dは駆動回路、90、91、98、99はエミッタフォロア回路、102はパルス発生回路、94、95、96は、もう1つの差動増幅回路を構成するトランジスタ、92、93、100、101は定電流源、10はオーバーシュート設定回路である。上記駆動回路3dと制御回路8は、レーザ制御駆動回路を形成する。他の構成要素は上記図3の場合と同様である。パルス回路102は、波形整形回路49の出力から立上りエッジを検出し、所定のパルス幅のパルスを発生する。該パルスのパルス幅は、パルス発生回路102内の遅延回路により、徐々に振幅を増やす半導体レーザの立上り波形に合わせて決められる。該パルスは、この他、例えば駆動回路3dにクロック信号を入力し、1クロック分あるいは数クロック分のパルス幅のものを形成するようにしてもよい。エミッタフォロア回路98、99は、トランジスタ45、46を備えて成る一方の差動増幅回路を駆動し、エミッタフォロア回路90、91は、トランジスタ94、95を備えて成るもう一方の差動増幅回路を駆動する。一方の差動増幅回路のトランジスタ46のコレクタと、もう一方の差動増幅回路のトランジスタ95のコレクタとは互いに接続されている。オーバーシュート設定回路10内では、抵抗51bとサーミスタ52bにより分圧された電圧が、バッファ50bにより適当な電圧値に変換される。

【0022】

また、図9において、(a)は、一方の差動増幅回路のトランジスタ46のコレクタ電流105の波形、(b)は、もう一方の差動増幅回路のトランジスタ95のコレクタ電流106の波形、(c)は駆動回路3dから出力される電流(半導体レーザに供給される入力電流)107の波形である。電流107は、値はコレクタ電流105とコレクタ電流106との和になり、立上り特性がオーバーシュート部を有するようにされる。また、トランジスタ95のコレクタ電流106の振幅は、差動増幅回路の定電流源を構成するトランジスタ96のベース電圧に

よって決まるため、該トランジスタ96のベースにオーバーシュート設定回路10の出力を入力させることで、オーバーシュートの調整が可能となる。

【0023】

なお、上記図3～図7の例では、立上り時間変化率の制御を行う構成としたが、本発明はこれに限定されず、立下り時間を制御してもよいし、または、立上り時間と立下り時間の両方を制御する構成としてもよい。また、図8～図9の例では、立上り時のオーバーシュートを制御する構成としたが、本発明はこれに限定されず、立上り時のオーバーシュートの制御と併せ、立上り時間または立下り時間のいずれか一方または両方の制御を行う構成であってもよい。さらに、制御回路8と駆動回路とバイアス回路7は、それぞれを適宜組合わせて、その一部の組合わせまたは全部の組合わせを、1つの回路内に含めて構成してもよいし、それを別個の回路としてもよい。また、上記一部の組合わせまたは全部の組合わせを1つの集積回路として1個のICチップ中に含ませる構成するようにしてもよいし、全て別個のICチップを用いてもよいし、任意の組み合わせのICチップを用いてもよい。

【0024】

【発明の効果】

本発明によれば、直接変調型光モジュールの光出力波形のアイ開口度を向上させることができるので、直接変調型光モジュールの伝送距離を伸ばすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

直接変調型光モジュールの概念図である。

【図2】

図1の直接変調型光モジュールにおける半導体レーザの、入力電流、光出力及びアイパターンの各波形例を示す図である。

【図3】

入力電流の立上り時間を調整可能な制御回路と駆動回路の第1の構成例を示す図である。

【図4】

図3の構成における動作波形例を示す図である。

【図5】

入力電流の立上り時間を調整可能な制御回路と駆動回路の第2の構成例を示す図である。

【図6】

入力電流の立上り時間を調整可能な制御回路と駆動回路の第3の構成例を示す図である。

【図7】

図6の構成における動作波形例を示す図である。

【図8】

入力電流のオーバーシュートを調整可能な制御回路と駆動回路の構成例を示す図である。

【図9】

図8の構成における動作波形例を示す図である。

【図10】

従来の直接変調型光モジュールの構成例を示す図である。

【図11】

従来の直接変調型光モジュールの動作波形例を示す図である。

【符号の説明】

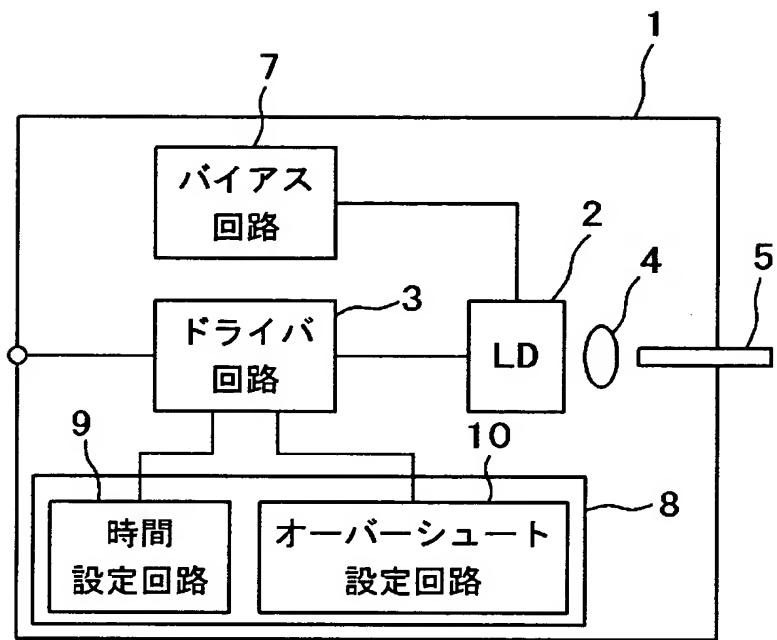
1、 1'…直接変調型光モジュール、 2、 2'…半導体レーザ、 2 a、 2 b…データ信号の入力端子、 3、 3 a、 3 b、 3 c、 3 d、 3'…駆動回路、
4、 4'…レンズ、 5、 5'…光ファイバー、 7、 7'…バイアス回路、 8…制御回路、 9…時間設定回路、 10…オーバーシュート設定回路、 40、 70、 71、 78、 79、 90、 91、 98、 99…エミッタフォロア回路、
44…ダイオード、 45、 46、 74、 75、 94、 95、 96…差動増幅回路を構成するトランジスタ、 47、 72、 73、 80、 81、 92、 93、
100、 101…定電流源、 48、 67…定電圧源、 49…波形整形回路、
50 a、 50 b…バッファ、 52 a、 52 b…サーミスタ、 82…微分回

路、 102…パルス発生回路。

【書類名】 図面

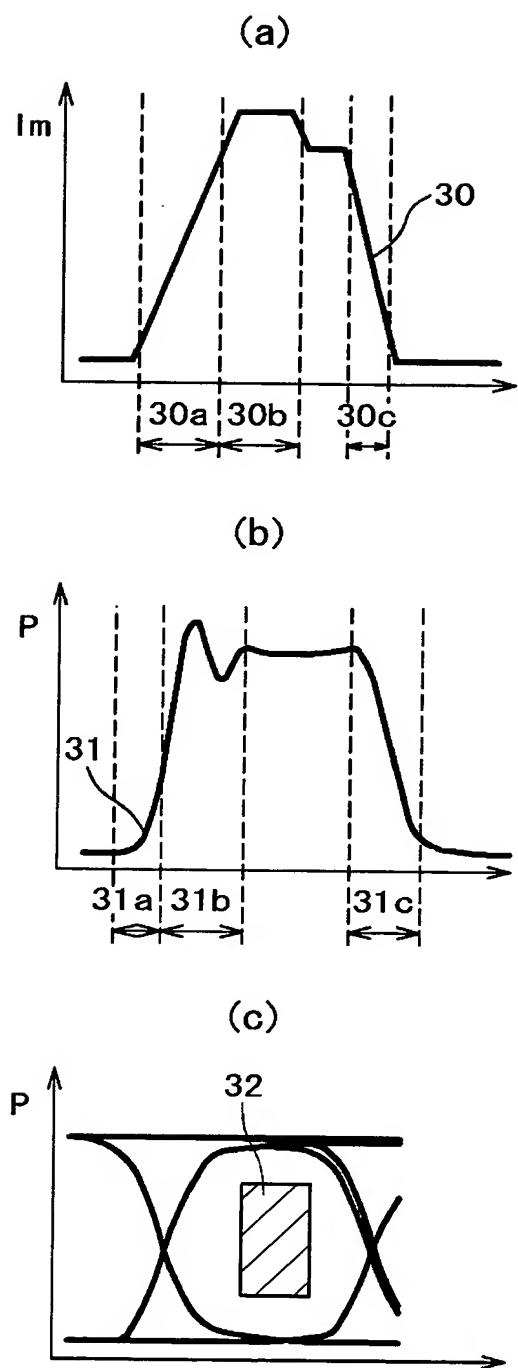
【図1】

図1



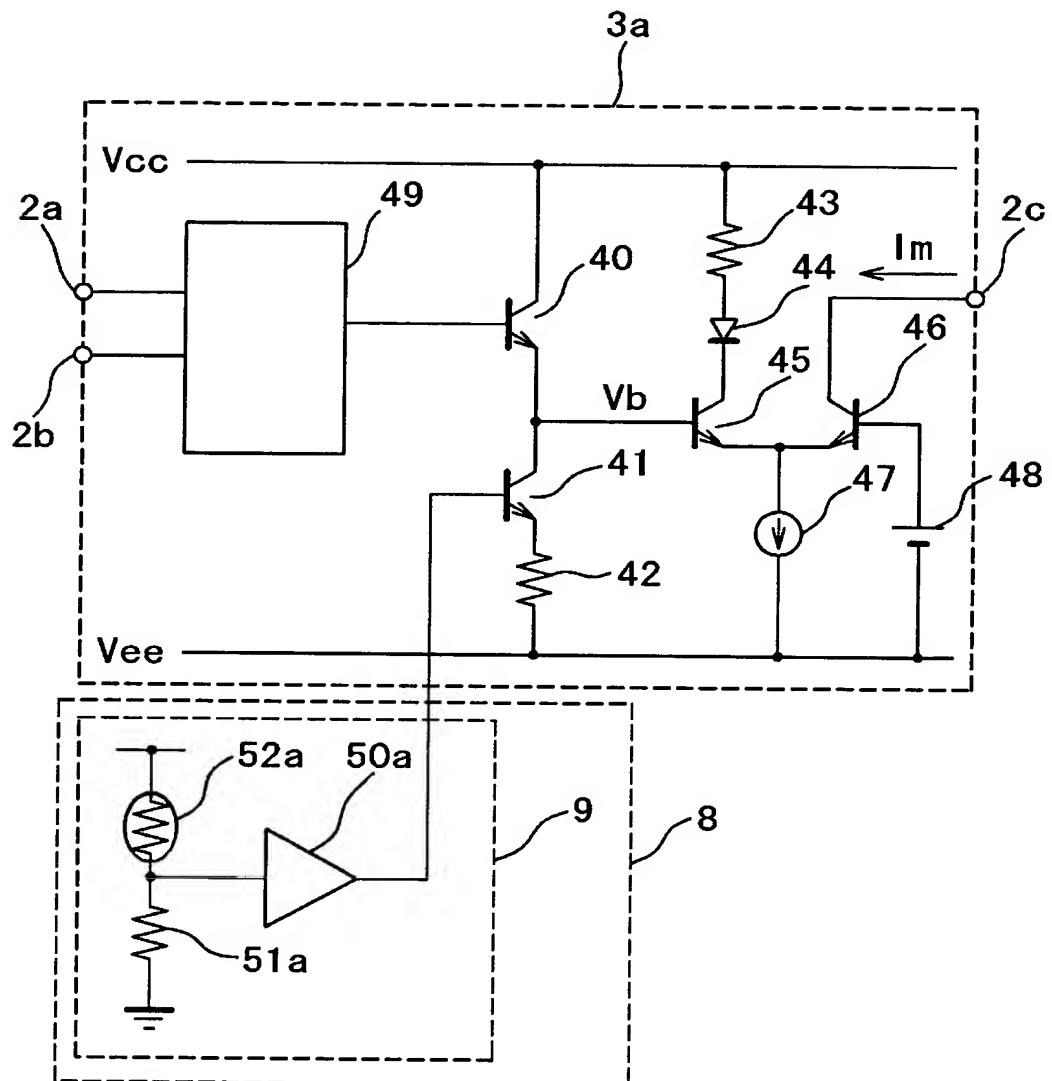
【図2】

図2



【図3】

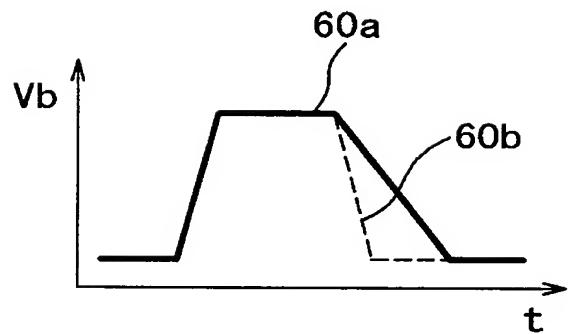
図3



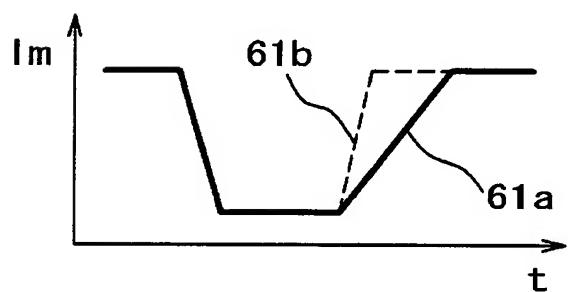
【図4】

図4

(a)

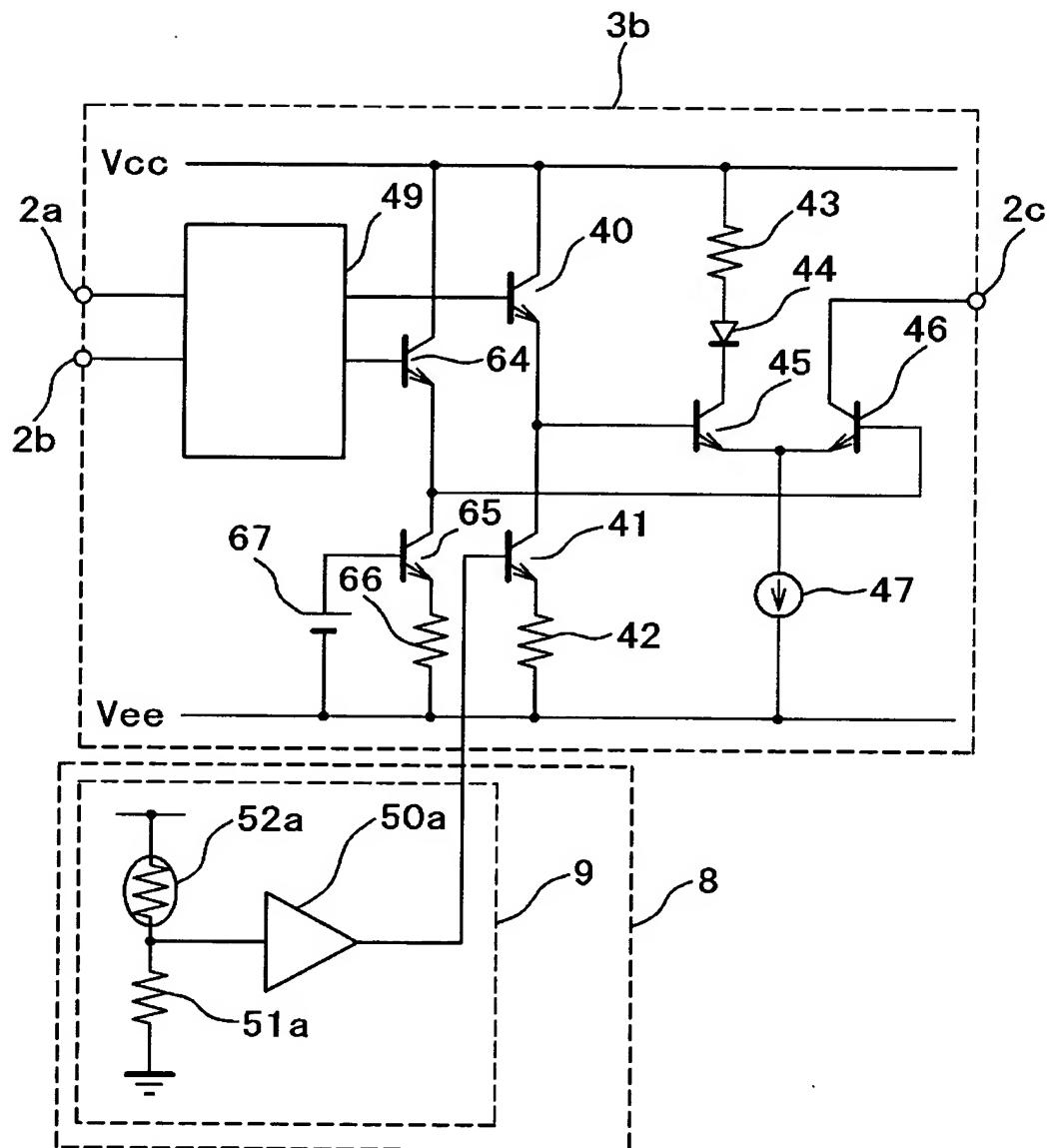


(b)



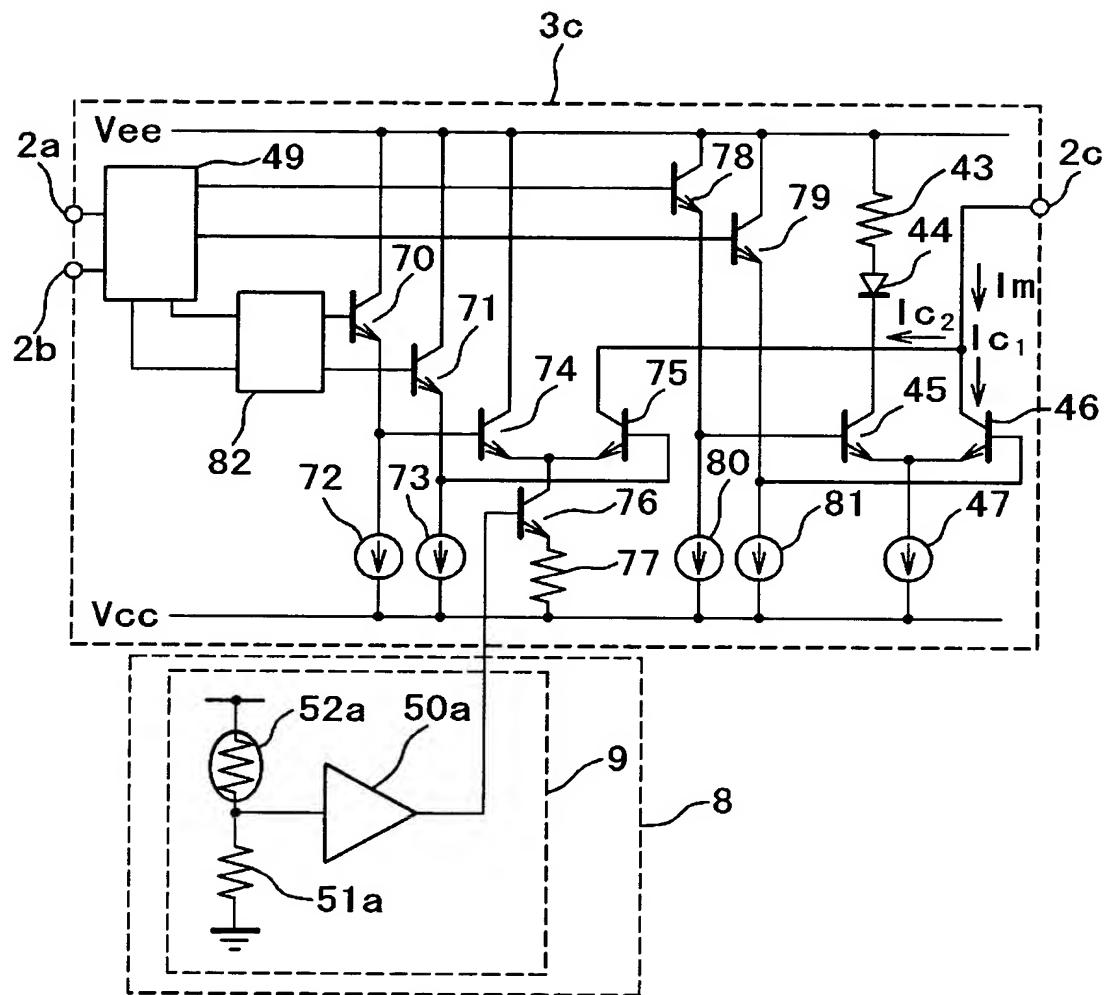
【図5】

図5



【図6】

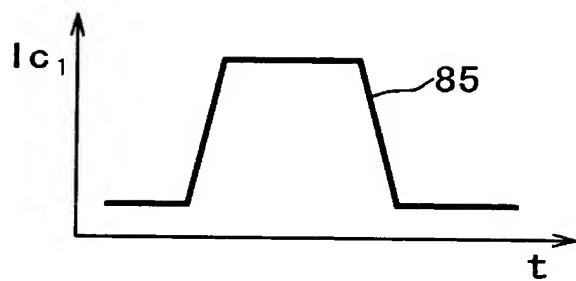
6



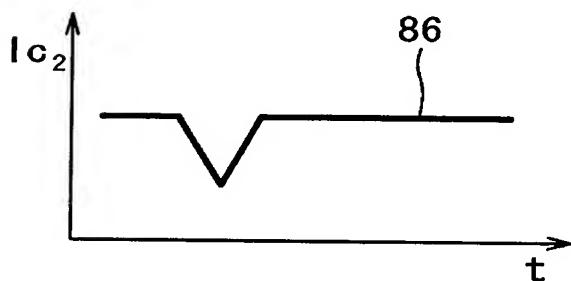
【図7】

図7

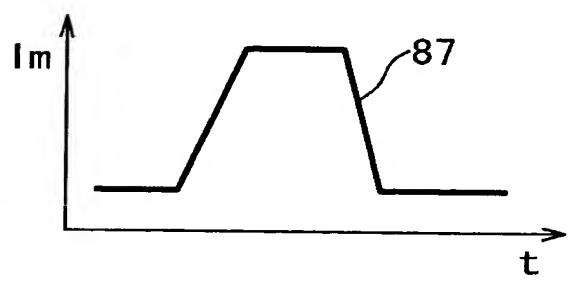
(a)



(b)

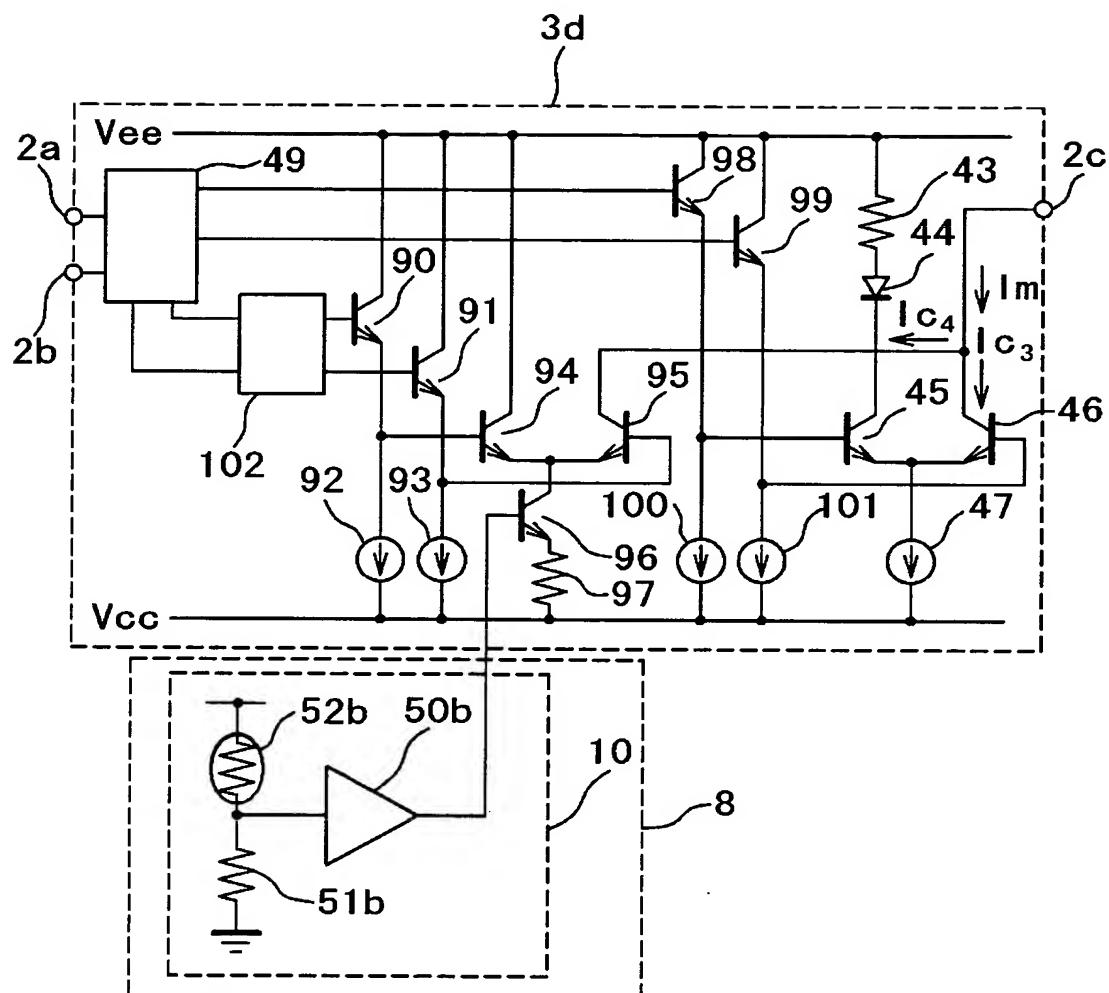


(c)



【図8】

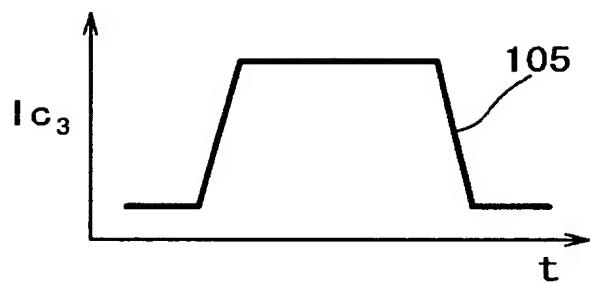
図8



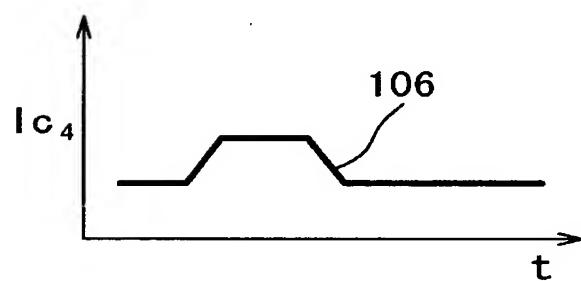
【図9】

図9

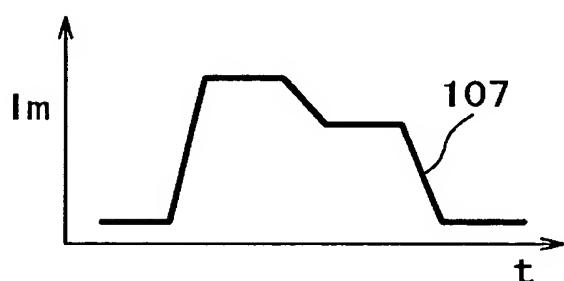
(a)



(b)

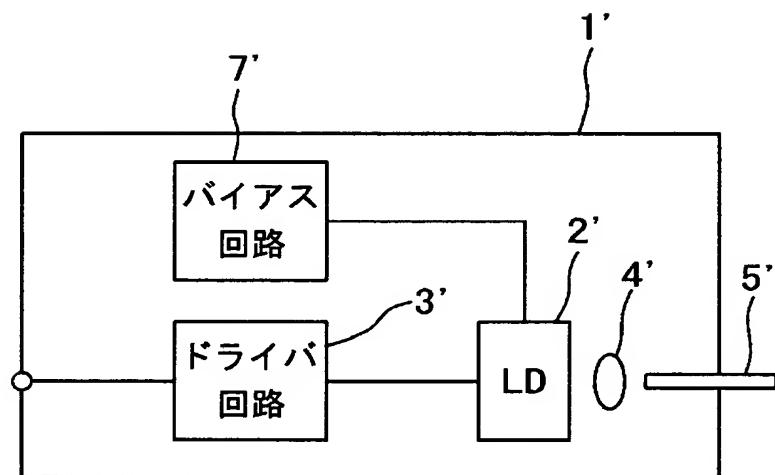


(c)



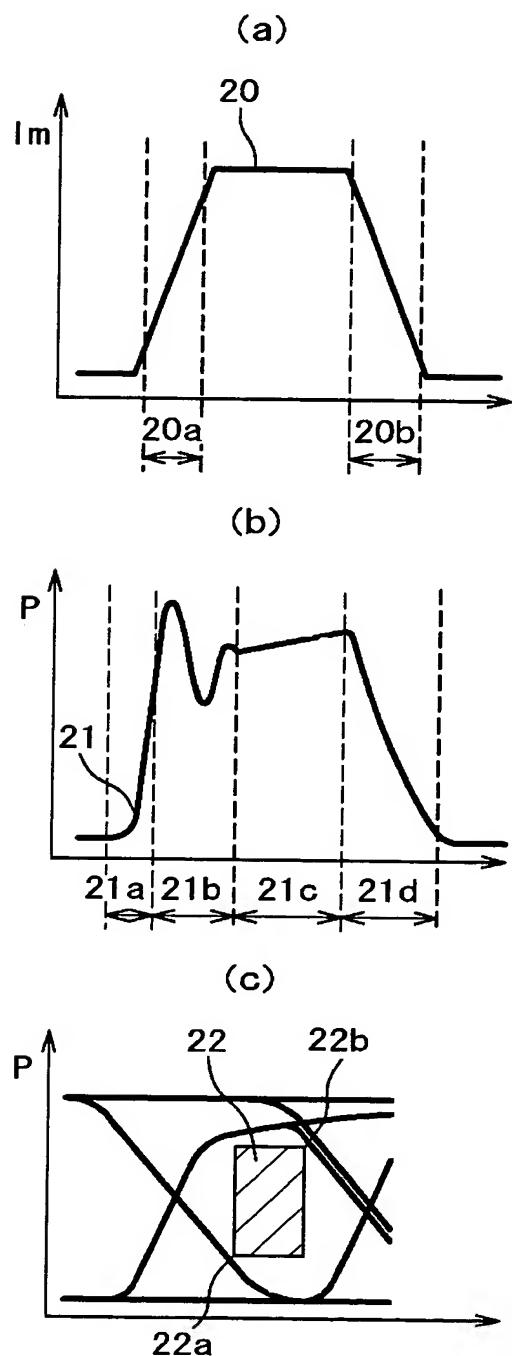
【図10】

図10



【図11】

図11



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

直接変調型光モジュールにおいて、アイパターンのアイ開口度を高め、伝送距離を伸ばす。

【解決手段】

半導体レーザに入力する駆動用の入力電流を、立下り時間変化率（傾き）が立上り時間変化率よりも小さいものとする。また、少なくとも立上りによる過渡状態にはオーバーシュートさせるものとする。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [301005371]

1. 変更年月日 2001年 3月16日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
氏 名 日本オプネクスト株式会社